



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 448 991 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 91103179.7

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: F28D 9/00, F28F 3/02

(22) Anmeldetag: 02.03.91

(30) Priorität: 24.03.90 DE 4009556

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
02.10.91 Patentblatt 91/40

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE FR GB IT LI

(71) Anmelder: Schmid, Christoph  
Im Burghof 12  
W-5202 Hennef(DE)

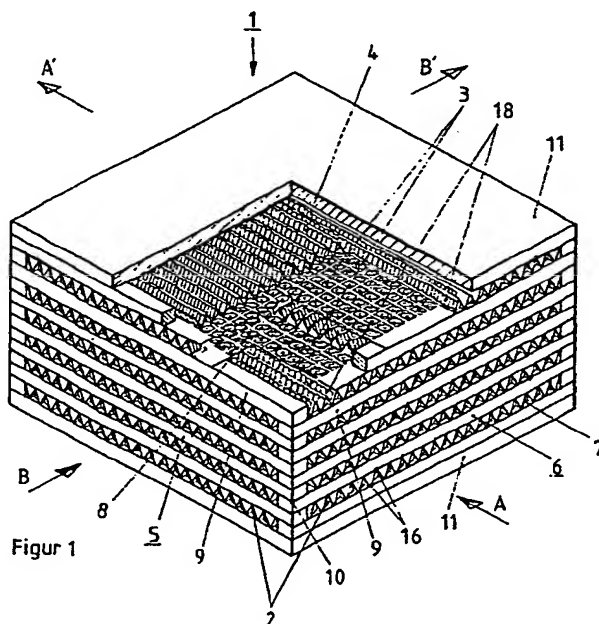
(72) Erfinder: Dubben, Bernd  
Weitblick 8  
W-5202 Hennef(DE)

(74) Vertreter: Neumann, Ernst Dieter, Dipl.-Ing. et  
al  
HARWARDT NEUMANN PATENTANWÄLTE  
Scheerengasse 2 Postfach 1455  
W-5200 Siegburg(DE)

(54) Wärmeübertrager.

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager 1 bestehend aus mindestens einem Wärmeübertragermodul, der sich durch einen verbesserten Wirkungsgrad und einer hohen zulässigen Druckdifferenz zwischen den beiden strömenden Medien auszeichnet. Die Verbesserung des Wirkungsgrades wird durch zickzackförmig gefaltete Profilelemente 2 mit Seiten-

wänden 18 und Zwischenlagenelemente 3 erreicht, die jeweils Wölbungen 4, 8 aufweisen. Desweiteren zeichnet sich der Wärmeübertrager 1 dadurch aus, daß die Profil- 2 und Zwischenlagenelemente 3 an ihren jeweiligen Berührungslinien 16 miteinander verschweißt sind, so daß eine hohe Druckdifferenz ermöglicht wird.



Figur 1

EP 0 448 991 A2

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager zum Austausch von Wärme zwischen zwei voneinander getrennt geführten Medien, bestehend aus mindestens einem Wärmeübertragermodul mit Verbindungs- und Anschlußelementen, mit geschichteten Profilelementen in Sandwichbauweise und Zwischenlagenelementen zur Trennung der unterschiedlichen Strömungsrichtungen, wobei die Seitenwände der Profilelemente und die Zwischenlagenelemente jeweils eine Strömungskammer und gemeinsame Berührungslinien bilden und wobei die Randbereiche durch Abschlußleisten und die Module durch Abschlußbleche abgedichtet sind.

Wärmeübertrager werden beispielsweise zum Austausch von Wärme bei gleichen oder unterschiedlichen Medien benötigt, um eine Wärmerückgewinnung oder Wärmeübertragung durchzuführen. Unter heutigen Umweltaspekten gewinnt dieses Verfahren zunehmend an Bedeutung und wird vielfältig in der Industrie benötigt. Hierbei ist es unter Umständen auch notwendig, daß bei aggressiven oder miteinander reagierenden Medien größte Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden können.

Aus der CH-PS 193 732 ist eine Vorrichtung zum Wärmeaustausch von strömenden Medien bekannt, die eine gekreuzte Sandwichstruktur aus Ebenen und gewellten Blättern aufweist. Die Zwischenlagenblätter können hierbei durch Einprägungen verstärkt werden und werden mit den gewellten Blättern zusammen durch äußere Randwinkel gehalten.

Aus der DE-PS 12 59 362 ist ein Wärmeübertrager bekannt, der aus biegsamen Kunststoffolien als Speicherkammern aufgebaut ist. Diese sind am Rand verschlossen und werden über entsprechende Anschlußelemente von einem wärmetauschenden Medium durchströmt. Diese Kunststoffolien bilden im aufgeblähten Zustand ein flaches hohlplattenartiges Element, welches zu mehreren angeordnet von einem weiteren Medium umströmt wird.

Von Nachteil bei diesen beiden Ausführungsarten von Wärmeübertragern ist die geringe zulässige Druckdifferenz zwischen wärmeabgebendem und -aufnehmendem Medium, desweiteren ist der Wirkungsgrad des Wärmeübertragers sehr begrenzt und verbesserungswürdig. Durch die einfach gestalteten Trennwände ist die Verwendung mit hohen Sicherheitsanforderungen wie z.B. bei toxischen, aggressiven oder teuren Medien ausgeschlossen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager zu schaffen, der einen hohen Wirkungsgrad und ein geringes Gewicht aufweist und für hohe Drücke verwendungsfähig ist und ggfs. hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die dünnwandigen Profilelemente zickzackförmig gefalzt sind und die Seitenwände benachbarter Strömungskammern der Profilelemente und/oder die dünnwandigen zwischenlagenelemente Wölbungen zu einer oder zwei benachbarten Strömungskammer(n) aufweisen und daß die Profil- und Zwischenlagenelemente an ihren jeweiligen Berührungslinien miteinander verbunden sind.

Durch die besondere Formgebung der zickzackförmigen Profilelemente wird eine äußerst stabile Struktur erreicht, wobei die Wände der Profilelemente durch Wölbungen in sich verstärkt werden und eine große Steifigkeit aufweisen, um große Druck- und Knickkräfte aufzunehmen. Die Zwischenlagenelemente trennen jeweils die verschiedenen Medien voneinander, die in den gekreuzt angeordneten Profilelementen strömen und sind ebenfalls durch Wölbungen verstärkt ausgeführt. Durch diese Maßnahmen kann der Wärmeübertrager aus extrem dünnwandigen Blechen hergestellt werden. Desweiteren werden durch die Wölbungen die Wärme- und Übertragungsflächen vergrößert und durch die entstehende Verwirbelung in den Profilkammern wird eine Erhöhung der Reynoldszahl und damit eine Erhöhung des k-Wertes erzielt, so daß der Wärmeübertrager ein großes Verhältnis zwischen Austauschfläche und Raumbedarf aufweist und der Wirkungsgrad des Wärmeübertragers wesentlich verbessert wird. Dadurch, daß die sich berührenden Flächen und Linien der Profil- und Zwischenlagenelemente miteinander verbunden sind, ist es zudem möglich, eine hohe Druckbelastung durch die Medien zuzulassen, die von den Zwischenlagenelementen getrennt werden. Darüber hinaus werden die erforderlichen Sicherheitsansprüche bei risikobehafteten Medien dadurch erfüllt, daß die Zwischenlagenelemente doppelagig ausgeführt sind.

Die Wölbungen der Profilelemente und Zwischenlagenelemente können hierbei quer oder in Strömungsrichtung angeordnet werden, wobei die Wölbungen der Zwischenlagenelemente einseitig oder alternierend zu den Profilelementen angeordnet und die Wölbungen der Profilelemente wellenförmig ausgebildet sind. In besonderen Fällen ist hierbei die Ausbildung von Sicken in den Profilelementwänden vorgesehen. Die Ausformungen der Zwischenlagenelemente können länglich, kugelförmig oder pyramidenförmig gewählt werden. Die Profilelemente sind um jeweils 90 Grad verdreht kreuzweise geschichtet, so daß eine gute Wärmeübertragung als Kreuzstromwärmeübertragers erzielt wird.

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Strömungskammern der Profilelemente einer Strömungsebene U-förmig abgewinkelt sind, wobei der mittlere Bereich und

die abgewinkelten Endbereiche jeweils parallel verlaufend mit den anderen Strömungskammern übereinanderliegend geschichtet sind. Der Verlauf der Strömungsrichtung kann hierbei gleichsinnig oder gegensinnig gewählt werden.

Durch diese Ausbildung und Anordnung der Profilelemente wird im zweiten Fall ein Gegenstromwärmeübertrager geschaffen, der einen nochmals verbesserten Wirkungsgrad besitzt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Zwischenlagenelemente doppel-  
lagig ausgeführt sind und die Wölbungen ineinanderliegend angeordnet sind.

Durch die doppelagige Ausführung der Zwischenlagenelemente wird den Sicherheitsanforderungen genüge getan. Überall dort, wo bei der Wärmeübertragung toxische, aggressive oder sehr teure Produkte eine erhöhte Sicherheitstechnik erforderlich machen, ist eine aufwendige Konstruktion dieser Art gerechtfertigt. Das Grundmodul mit erhöhter Sicherheitstechnik wird mit den gleichen Konstruktionselementen wie das normale Modul aufgebaut, wobei nur jeweils zwei Zwischenlagenelemente verwendet werden und die Kanten dieser Elemente dicht miteinander verbunden sind. Hierdurch wird ein Zwischenraum gebildet, der bei eventuellen Undichtigkeiten der einen oder anderen Strömungsebene das Medium auffängt und z.B. über ein Leckanzeigegerät eine entsprechende Warnmeldung erzeugen kann. Zu diesem speziellen Zweck ist nach einem weiteren Unteranspruch vorgesehen, daß die durch die doppelagigen Zwischenlagenelemente gebildeten Zwischenräume über Seitenbegrenzungsprofile, welche mindestens einen Verbindungskanal aufweisen, miteinander verbunden sind.

Durch den Verbindungskanal werden alle oder jeweils ein Teil der Zwischenräume miteinander verbunden, d. h. es besteht die Möglichkeit, durch ein oder mehrere gemeinsame Leckanzeigegeräte die Zwischenräume zu überwachen. Entsteht an einem Zwischenlagenelement z.B. eine Undichtigkeit, so kann das Medium aus den Profilkammern in den Zwischenraum und von dort über den bzw. die Kanäle zum Leckanzeigegerät gelangen. Gegebenenfalls kann an die Kanäle des Seitenbegrenzungsprofil über eine verbundene Rohrleitung der Anschluß an einen Auffangbehälter erfolgen, wobei dieser Behälter mit einer Leckanzeige ausgerüstet ist. Um bei einer Beschädigung das Austreten des Mediums in den Leckanzeigebehälter zu beschleunigen, können der Behälter und das Kanalsystem hierbei unter Vakuum gesetzt werden. Nach Erreichen des Enddruckes wird der Vakuumanschluß verschweißt, so daß der Behälter und die Kanäle somit bis zu einer Beschädigung der Zwischenlagenelemente unter Vakuum bleiben. Der Wärmeübergang wird durch die Verbindung der überein-

anderliegenden Zwischenlagenelemente hierbei aufrechterhalten.

Der Wärmeübertrager bleibt auch bei einer Beschädigung eines Zwischenlagenelementes voll funktionsfähig und durch die Warnung über die Leckanzeige wird auf den Schaden rechtzeitig hingewiesen.

Je nach Verwendungszweck sind zur Steigerung der Verwirbelung in den Profilkammern eingebaute Wirbelatoren vorgesehen. Die gekreuzten Profilelemente können hierbei eine unterschiedliche Höhe aufweisen, damit die Wärmeübertragermodule neben der Verwendung als Wärmetauscher auch als Wärmespeicher genutzt werden kann. Ein Toleranzausgleich der Profilelemente bzw. der unterschiedlichen Höhen kann hierbei z.B. durch gegeneinanderverschiebbare und verbindbare Dreikantleisten erfolgen. Bei einer Verwendung als Wärmespeicher sind die Profilebenen einer Strömungsrichtung entsprechend hoch ausgebildet, so daß eine größere Menge von wärmeabsorbierenden Materialien eingebettet werden kann. Durch die Profilebene mit geringer Höhe kann zur Beheizung oder Abkühlung ein flüssiges oder gasförmiges Medium strömen, daß z.B. beim Aufheizen seine Wärme an das Speichermedium abgibt und nach einem Abkühlen des Speichermediums wieder erwärmt wird. Als Speichermedien können z.B. Paraffin oder Glaubersalz verwendet werden.

Zur Vermeidung von Anhaftungen und Ablagerungen bei zähflüssigen, klebrigen oder zum Verkräcken neigenden Produkten können die Flächen, die von diesen Medien berührt werden, elektropoliert werden.

Der Aufbau eines Wärmeübertragers erfolgt durch Module, welche über Rohrsegmente miteinander verbunden werden können. Die Rohrsegmente werden hierbei einerseits als Verbindungselemente zwischen den Profilebenen eingesetzt und weisen Scheiben in den Rohrsegmenten auf, die zur Strömungslenkung dienen und andererseits versteifen bzw. verstärken die Rohrsegmente die gesamte Struktur des Wärmeübertragers. Insbesondere sind weitere aufgesetzte Rohrsegmentviertel und Rippen vorgesehen, die die Gehäuseversteifung erhöhen. Desweiteren sind die Rohrsegmente mit abgeflachten Anschlußrohren und Anschlußelementen versehen, damit ein Strömungskreislauf der Medien realisiert werden kann.

Zur Herstellung der Wärmeübertrager mit Profil-, Zwischenlagenelemente, Abschlußblechen und Dreikantleisten werden vorzugsweise metallische Stoffe verwendet.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers nach einem oder mehreren der bereits genannten Merkmale sieht vor, daß die Profil-, Zwischenlagenelemente, Abschlußbleche und Abschlußleisten sowie Berührungslinien und/oder -

flächen der Sandwichstruktur miteinander verschweißt, insbesondere durch verdeckte Nähte voll- durch, punktwise oder mit Zwischenabständen verschweißt werden.

Durch die quadratische Rundumverschweißung der einzelnen Profil- und Zwischenlagenelemente mit denen der darüber und darunter befindlichen Elemente entstehen stabile Konfigurationen, die zur Übertragung hoher Drücke mit sehr dünnen Wandungen geeignet sind.

Bei der Konstruktion mit doppellagig ausgeführten Zwischenlagenelementen ist hierbei vorgesehen, daß die Zwischenlagenelemente um die Wölbungen herum ebenfalls miteinander punktwise verschweißt werden. Ebenso ist vorgesehen, daß die dreikantförmigen Abschlußleisten verschweißt werden.

Nach einem weiteren Verfahrensmerkmal ist vorgesehen, daß das Schweißverfahren durch ein Elektronenstrahl-, Laser-, und/oder Plasmaschweißverfahren mit einem geringen Energieübertrag vorgenommen wird, um die Konstruktion spannungsarm, oberflächenglatt und verzugsfrei zu verschweißen.

Zur Vermeidung von interkristalliner Korrosion bei einem chemischen Angriff in der Schweißnahtwärmeeinflußzone erfolgt das Schweißen unter Vakuum oder Inertgasüberlagerung.

Um bei Edelstählen eine chemische Beständigkeit der Schweißnähte zu erreichen, werden alle Nähte nach dem Schweißvorgang gebeizt und passiviert. Die Abschlußleisten der Module und die Rohrsegmente des Wärmeübertragers werden hierbei dicht verschweißt, so daß kein strömendes Medium austreten kann. Aus dem gleichen Grund werden die doppelwandigen Zwischenlagenelemente dicht verschweißt.

Die erfindungsgemäße Ausführung des Wärmeübertragers wird anhand von mehreren Figuren dargestellt.

Es zeigt

- Fig. 1 einen Wärmetauscher in teilweise geschnittener perspektivischer Darstellung ohne Anschlußrohre und Seitenbleche,
- Fig. 2 einen Wärmespeicher in teilweise geschnittener perspektivischer Darstellung ohne Anschlußrohre und Seitenbleche,
- Fig. 3 eine Explosionszeichnung eines Wärmetauschers in perspektivischer Darstellung mit U-förmig abgewinkelten Profilelementen,
- Fig. 4 eine Explosionszeichnung des Wärmetauschers nach Fig. 1,
- Fig. 5 eine Explosionszeichnung des Wärmetauschers nach Fig. 1 mit doppellagig ausgeführten Zwischenlagen-

- elementen,
- Fig. 6 einen Ausschnitt des Wärmeübertragers mit Profil- und Zwischenlagenelementen,
- Fig. 7 einen Ausschnitt gemäß Fig. 5 mit zusätzlichen Wirbulatoren,
- Fig. 8 ein Profilelement in einer perspektivischen Draufsicht mit unterschiedlichen Wölbungen,
- Fig. 9 ein Zwischenlagenelement in einer perspektivischen Draufsicht mit unterschiedlichen Wölbungen,
- Fig. 10 eine verschweißte Profilebene mit Zwischenlagenelementen und Abschlußleisten,
- Fig. 11 eine Anordnung von Wärmeübertragermodulen mit Rohrsegmenten,
- Fig. 12 eine geschnittene Seitenansicht zweier Wärmeübertragermodule mit angeschweißten Rohrsegmenten und Strömungsscheiben,
- Fig. 13 eine perspektivische Seitenansicht eines Wärmeübertragers mit zusätzlichen Gehäuseversteifungen,
- Fig. 14 einen vergrößerten Ausschnitt der Rohrsegmente mit Gehäuseversteifungen,
- Fig. 15 eine perspektivische Seitenansicht mit verrippten Rohrsegmenten,
- Fig. 16 einen Wärmeübertrager mit einem oder mehreren Modulen und unterschiedlichen Anschlußrohrsegmenten.

In Fig. 1 und 2 ist jeweils ein Modul eines Wärmeübertragers 1 in einer teilweise geschnittenen und perspektivischen Darstellung abgebildet, welches aus kreuzweise geschichteten Profilelementen 2 mit dazwischen angeordneten Zwischenlagenelementen 3 in einer Sandwichbauweise aufgebaut ist. Die Profilelemente 2 bestehen aus einem zickzackförmig gefalzten Blech, welches auf den Seitenwänden 18 mit Wölbungen 4 versehen ist. Die Wölbungen 4 sind bei dieser Ausführungsvariante quer zu Strömungsrichtung A, B angeordnet und bestehen aus wellenförmigen Einprägungen oder Sicken. An den Stirflächen 5, 6 sind jeweils um 90° versetzt angeordnete Öffnungen der zickzackförmigen Strömungskammern 7 der Profilelemente 2 erkennbar.

In der Fig. 1 ist die Höhe der Profilelemente 2 für die Verwendung als Wärmetauscher zwischen zwei unterschiedlichen oder gleichen Medien in beiden Strömungsrichtungen A, B gleich ausgebildet und in Fig. 2 ist die Höhe der Profilelemente 2 für die Verwendung als Wärmespeicher zwischen zwei unterschiedlichen Medien in beiden Strömungsrichtungen A, B unterschiedlich ausgebildet. Die Zwischenlagenelemente 3 schließen mit den

Profilelementen 2 an den Stirnflächen 5, 6 bündig ab und trennen jeweils die beiden Strömungsrichtungen A, B voneinander. Zur besseren Wärmeübertragung und Verwirbelung der Medien weisen auch die Zwischenlagenelemente 3 Wölbungen 8 auf, die aus länglichen, kugelförmigen oder pyramidenförmigen Einprägungen bestehen. Die Berührungslinien 16 der Profil- 2 und Zwischenlagenelemente 3 werden aus Stabilitätsgründen jeweils miteinander verschweißt.

Der seitliche Abschluß der Profilelemente 2 parallel zur Strömungsrichtung A, B erfolgt durch Abschlußleisten 9, welche einen quadratischen Querschnitt aufweisen und in den Eckpunkten 10 miteinander und mit den Zwischenlagenelementen 3 dicht verschweißt sind. Die obere und untere Profilebene wird durch ein dicht verschweißtes Abschlußblech 11 abgedichtet, so daß ein Grundmodul entsteht, welches um 90° versetzte Strömungsrichtungen A, B aufweist, so daß die Medien durch die Strömungskammern 7 in Richtung A, A' bzw. B, B' strömen können. Die vorhandenen Wölbungen 4, 8 sorgen für eine Verwirbelung der Medien und damit zu einem verbesserten Wirkungsgrad des Wärmeübertragers. In Figur 2 werden zum Abschluß der höheren Profilebenen hierbei rechteckige Abschlußleisten 9 verwendet.

Figur 3 zeigt einen Wärmeübertrager 1 in einer Explosionsdarstellung, der gegenüber den Figuren 1 und 2 eine längliche Ausdehnung aufweist und mit Profilelementen 2 ausgestattet ist, die U-förmig abgewinkelt sind. Der mittlere Bereich der Profilelemente 2 und die abgewinkelten Endbereiche 12 sind hierbei so geschichtet, daß die Strömungskammern 7 einer jeden Ebene parallel verlaufen, wobei die Strömungskammern 7 der einzelnen Strömungsebenen jeweils entgegengesetzt durchströmt werden, so daß das Prinzip eines Gegenstromwärmeübertragers erzielt wird. Die beiden Öffnungen der abgewinkelten Endbereiche 12 der Strömungsrichtungen A, A' bzw. B, B' weisen jeweils zu einer Längsseite des Wärmeübertragers 1 und ermöglichen einen Zu- und Ablauf der beiden Medien.

In Figur 4 und 5 ist jeweils eine Explosionsdarstellung des Wärmeübertragers 1 abgebildet, aus dem der Aufbau besonders klar ersichtlich wird. Auf das quadratische Abschlußblech 11 wird abwechselnd ein Zwischenlagenelement 3 und ein Profilelement 2 mit seitlichen Abschlußleisten 9 angeordnet, wobei beide Elemente 2, 3 mit Wölbungen 4, 8 in Form von Sicken bzw. länglichen oder kugelförmigen Einprägungen versehen sind. Das Zwischenlagenelement 3 weist in diesem Fall kugelförmige Einprägungen in der Flächenmitte und längliche Einprägungen an den beiden Rändern zur Abschlußleiste 9 hin auf. Die Abschlußleisten 9 bestehen aus zwei Dreikantleisten 20, die gegen-

einander verschieblich ausgebildet sind und zum Toleranz- und Höhenausgleich der Profilelemente 2 dienen. Alle Bauelemente des Wärmeübertragers 1 werden verschweißt, wobei insbesondere die am Rand befindlichen Berührungslinien 16 und -flächen 19 dicht verschweißt werden.

In Figur 5 sind die Zwischenlagenelemente 3 doppelagig und mit den Wölbungen 8 zueinander ausgerichtet geschichtet, damit ein hoher Sicherheitsstandard erzielt wird.

Durch die Wölbung 8 Zwischenlagenelemente 3 werden Zwischenräume 15 gebildet, die durch Bohrungen 14 in den Eckpunkten 13 der Abschlußleisten 9 und des Abschlußbleches 11 miteinander verbunden sind, so daß die Zwischenräume 15 mit einem nicht dargestellten Auffangbehälter für die Medien und/oder einem Leckanzeigergerät verbunden werden können.

In Figur 6 und 7 sind in einer vergrößerten und teilweise durchbrochenen Darstellung drei Zwischenlagenelemente 3 und zwei Profilelemente 2 abgebildet. Hierbei sind die kugelförmigen Einprägungen in den Zwischenlagenelementen 3 und die wellenförmigen Einprägungen bzw. die Sicken in den Wänden 18 der Profilelemente 2 sehr gut zu erkennen. Die Berührungslinien 16 der einzelnen Elemente 2, 3 werden punktwise oder voll durch verschweißt.

In der Figur 7 sind in den Strömungskammern 7 zusätzliche wellenförmige Wirbulatoren 17 eingeschweißt, die zu einer weiteren Verwirbelung der Medien und damit zu einer weiteren Verbesserung des Wirkungsgrades führen. Die Wirbulatoren 17 sind punktwise mit dem gefalzten Profilelement 2 im Falz verschweißt und ragen in die Strömungskammer 7 hinein, wobei die Wirbulatoren 17 ebenfalls gewellt ausgeführt sind.

In Figur 8 ist ein einzelnes Profilelement 2 abgebildet, welches zickzackförmig gefalzt ist und längliche Sicken an den Wänden 18 aufweist.

In Figur 9 ist ein Zwischenlagenelement 3 abgebildet, welches alternative Ausführungsformen der Wölbungen 8 in Form von länglichen, kugelförmigen und pyramidenförmigen Einprägungen aufweist. Diese Einprägungen können hierbei alternierend zu beiden benachbarten Profilelementen 2 ausgerichtet sein.

In Figur 10 sind drei Abschlußleisten 9 mit zwei Zwischenlagenelementen 3 und einem Profilelement 2 dargestellt, welche an den gestrichelt gekennzeichneten Berührungslinien 16 und -flächen 19 verschweißt sind, wobei die mittlere Abschlußleiste 9 aus zwei Dreikantleisten 20 besteht, die ebenfalls miteinander verschweißt sind.

Figur 11 zeigt drei Module des Wärmeübertragers 1, die nebeneinanderliegend angeordnet sind und mit einem Rohrsegment 21 verbunden sind, welches halbrund mit der flachen offenen Seite 22

an den Modulen anliegt und mit diesen verschweißt ist. Das Rohrsegment 21 ist hierbei mit einem Endstück 23 abgeschlossen.

Figur 12 zeigt drei Module des Wärmeübertragers 1 in einer geschnittenen Seitenansicht mit zwei Rohrsegmenten 21, welche mit ihren flachen offenen Seiten 22 an den Stirnflächen 5, 6 des Wärmeübertragers 1 anliegen. Die Rohrsegmente 21 dienen als Zu- und Ablaufrohre 28 und weisen an ihren Enden Anschlußflansche 24 auf, die zum Anschluß der Zu- und Ablaufleitungen dienen. In den Rohrsegmenten 21 sind Scheiben 25 angeordnet, welche zur Strömungslenkung des Mediums genutzt werden.

In der Figur 13 ist ein kompakter und vollständiger Wärmeübertrager 1 mit jeweils zwei Zulauf- und Ablaufrohrsegmenten 21 abgebildet, wobei jedes Rohrsegment 21 flächig mit dem Modul verbunden ist und jeweils einen Anschlußflansch 24 aufweist. Die Strömungsrichtungen sind durch A, A' bzw. B, B' gekennzeichnet. Die Rohrsegmente 21 sind hierbei durch weitere Rohrsegmentviertel 26 miteinander verschweißt und verstärken und versteifen den Wärmeübertrager 1.

Aus der Figur 14 ist die Anbringung der aufgesetzten Rohrsegmentviertel 26 an den Rohrsegmenten 21 nochmals in einer geschnittenen Zeichnung dargestellt.

Figur 15 zeigt zwei Module mit einem Rohrsegment 21 und einem Anschlußflansch 24, wobei eine zusätzliche Verstärkung der Konstruktion durch Rippen 27 herbeigeführt wird.

Die Figuren 16 a - d zeigen jeweils einen Wärmeübertrager 1, der aus einem oder mehreren Modulen mit Anschlußelementen in Form von Rohrsegmenten 21 und Anschlußflanschen 24 aufgebaut ist. Während die Figur 16a von einem Modul ausgeht, sind in der Figur 16b drei nebeneinanderliegend angeordnete Module und in der Figur 16c sechs Module, hiervon drei nebeneinander und jeweils zwei übereinanderliegend angeordnet. Die Figur 16d zeigt zwölf Module die zu jeweils drei hintereinanderliegenden in einem Viererpaket angeordnet sind und mit doppelten Anschlußsegmenten 21 und Anschlußflanschen 24 ausgestattet sind.

#### Bezugszeichenliste

- |      |   |
|------|---|
| 1    | Wärmeübertrager/-modul                  |
| 2    | Profilelement                           |
| 3    | Zwischenlagenelement                    |
| 4    | Wölbung der Profilelemente              |
| 5, 6 | Stirnflächen                            |
| 7    | Strömungskammer                         |
| 8    | Wölbung der Zwischenlagenelemente       |
| 9    | Abschlußleisten/Seitenbegrenzungsprofil |
| 10   | Eckpunkt                                |
| 11   | Abschlußblech                           |

- |    |                                |
|----|--------------------------------|
| 12 | Endbereich                     |
| 13 | Eckpunkt                       |
| 14 | Bohrung/Verbindungskanal       |
| 15 | Zwischenraum                   |
| 16 | Berührungslinie                |
| 17 | Wirbulator                     |
| 18 | Seitenwand des Profilelementes |
| 19 | Berührungsfläche               |
| 20 | Dreikanteiste                  |
| 21 | Rohrsegment                    |
| 22 | Seite                          |
| 23 | Endstück                       |
| 24 | Anschlußflansch                |
| 25 | Scheibe                        |
| 26 | Rohrsegmentviertel             |
| 27 | Rippe                          |
| 28 | Zu- und Ablaufrohr             |

#### Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (1) zum Austausch von Wärme zwischen zwei voneinander getrennt geführten Medien, bestehend aus mindestens einem Wärmeübertragermodul mit Verbindungs- und Anschlußelementen, mit geschichteten Profilelementen (2) in Sandwichbauweise und Zwischenlagenelementen (3) zur Trennung der unterschiedlichen Strömungsrichtungen (A,B), wobei die Seitenwände (18) der Profilelemente (2) und die Zwischenlagenelemente (3) jeweils eine Strömungskammer (7) und gemeinsame Berührungslinien (16) bilden und wobei die Randbereiche durch Abschlußleisten (9) und die Module (1) durch Abschlußbleche (11) abgedichtet sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß die dünnwandigen Profilelemente (2) zickzackförmig gefalzt sind und die Seitenwände (18) benachbarter Strömungskammern (7) der Profilelemente (2) und/oder die dünnwandigen Zwischenlagenelemente (3) Wölbungen (4, 8) zu einer oder zwei benachbarten Strömungskammer(n) aufweisen und daß die Profil- (2) und Zwischenlagenelemente (3) an ihren jeweiligen Berührungslinien (16) miteinander verbunden sind.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wölbungen (4, 8) quer zur oder in Strömungsrichtung angeordnet sind.

3. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wölbungen (8) der Zwischenlagenelemente (3) einseitig zu einem Profilelement (2) oder alternierend zu zwei Profilelementen (2) angeordnet sind.

4. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 und 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wölbungen (4) der Profilelemente (2) wellenförmig ausgebildet sind oder aus eingepprägten Sicken bestehen.

5. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wölbungen (8) der Zwischenlagenelemente (3) aus länglichen, kugelförmigen oder pyramidenförmigen Einprägungen gebildet sind.

6. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Profilelemente (2) um jeweils 90° verdreht kreuzweise geschichtet sind.

7. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Strömungskammern (7) der Profilelemente (2) einer Strömungsebene U-förmig abgewinkelt sind, wobei der mittlere Bereich und die abgewinkelten Endbereiche (12) jeweils parallel verlaufend mit den anderen Strömungskammern (7) übereinanderliegend geschichtet sind.

8. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zwischenlagenelemente (3) doppellagig ausgeführt und die Wölbungen ineinanderliegend angeordnet sind.

9. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren

der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die doppellagigen Zwischenlagenelemente (3) Zwischenräume (15) bilden, die über Seitenbegrenzungsprofile (9) mit mindestens einem Verbindungskanal (14) miteinander verbunden sind.

10. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zwischenräume (15) mit einem Auffangbehälter und einem Leckanzeigegerät verbunden sind.

11. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß in die Profilelemente (2) zusätzliche Wirbelatoren (17) eingebaut sind.

12. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Höhe der gekreuzten Profilelemente (2) unterschiedlich ausgebildet ist.

13. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Abschlußleisten (9) zum Höhenausgleich der Profilelemente (2) aus gegeneinander verschiebbaren Dreikantleisten (20) bestehen, welche miteinander verbunden sind.

14. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Flächen der Profil- (2) und Zwischenlagenelemente (3) elektropoliert sind.

15. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verbindungselemente aus Rohrsegmenten (21) bestehen und die Strömungskammern (7) und Module (1) hierdurch untereinander verbunden sind.

16. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Anschlußelemente aus Zu- und Ablaufrohren (28) bestehen.

17. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Verstärkung der Module (1) weitere in Längsrichtung der Rohrsegmente (21) angeordnete Rohrsegmentviertel (26) vorgesehen sind.

18. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,

daß in den Rohrsegmenten (21) Scheiben (25) zur Strömungslenkung des Mediums angeordnet sind.

19. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Rohrsegmente (21) mit abgeflachten Zu- und Ablaufrohren (28) verlängert sind und Anschlußflansche (24) aufweisen.

20. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die abgeflachten Zu- und Ablaufrohren (28) und Abschlußbleche (11) der Module (1) durch Rippen (27) verstärkt sind.

21. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

daß alle Profil- (2), Zwischenlagenelemente (3), Anschlußbleche (11) und Dreikantleisten (20) aus dünnwandigen metallischen Stoffen herge-

stellt sind.

22. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wärmeübertragermodule (1) als Wärmetauscher einsetzbar sind.

23. Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 22,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Wärmeübertragermodule (1) als Wärmespeicher einsetzbar und die Strömungskammern (7) einer Richtung mit einem Speichermedium gefüllt sind.

24. Wärmeübertrager nach Anspruch 22,

dadurch gekennzeichnet,

daß als Speichermedium Paraffin oder Glausalz einsetzbar ist.

25. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 24,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Profil- (2), Zwischenlagenelemente (3), Abschlußbleche (11) und Abschlußleisten (9) sowie Berührungslinien (16) und /oder -flächen (19) der Sandwichstruktur miteinander verschweißt, insbesondere durch verdeckte Nähte voll durch, punktweise oder mit Zwischenabständen verschweißt werden.

26. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

daß die doppelagigen Zwischenlagenelemente (3) um die Wölbungen (8) herum punktweise verschweißt werden.

27. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

daß die verschiebbaren dreikantförmigen Ab-



schlußleisten (20) miteinander verschweißt werden.

28. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 27, 5

dadurch gekennzeichnet,

daß das Schweißverfahren durch ein Elektronstrahl-, Laser- und/oder Plasmaschweißverfahren mit einem geringen Energieübertrag durchgeführt wird. 10

29. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 28, 15

dadurch gekennzeichnet,

daß das Schweißverfahren unter Vakuum oder einer Inertgasüberlagerung durchgeführt wird. 20

30. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 29, 25

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schweißnähte nach dem Schweißverfahren gebeizt und passiviert werden. 30

31. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 30, 35

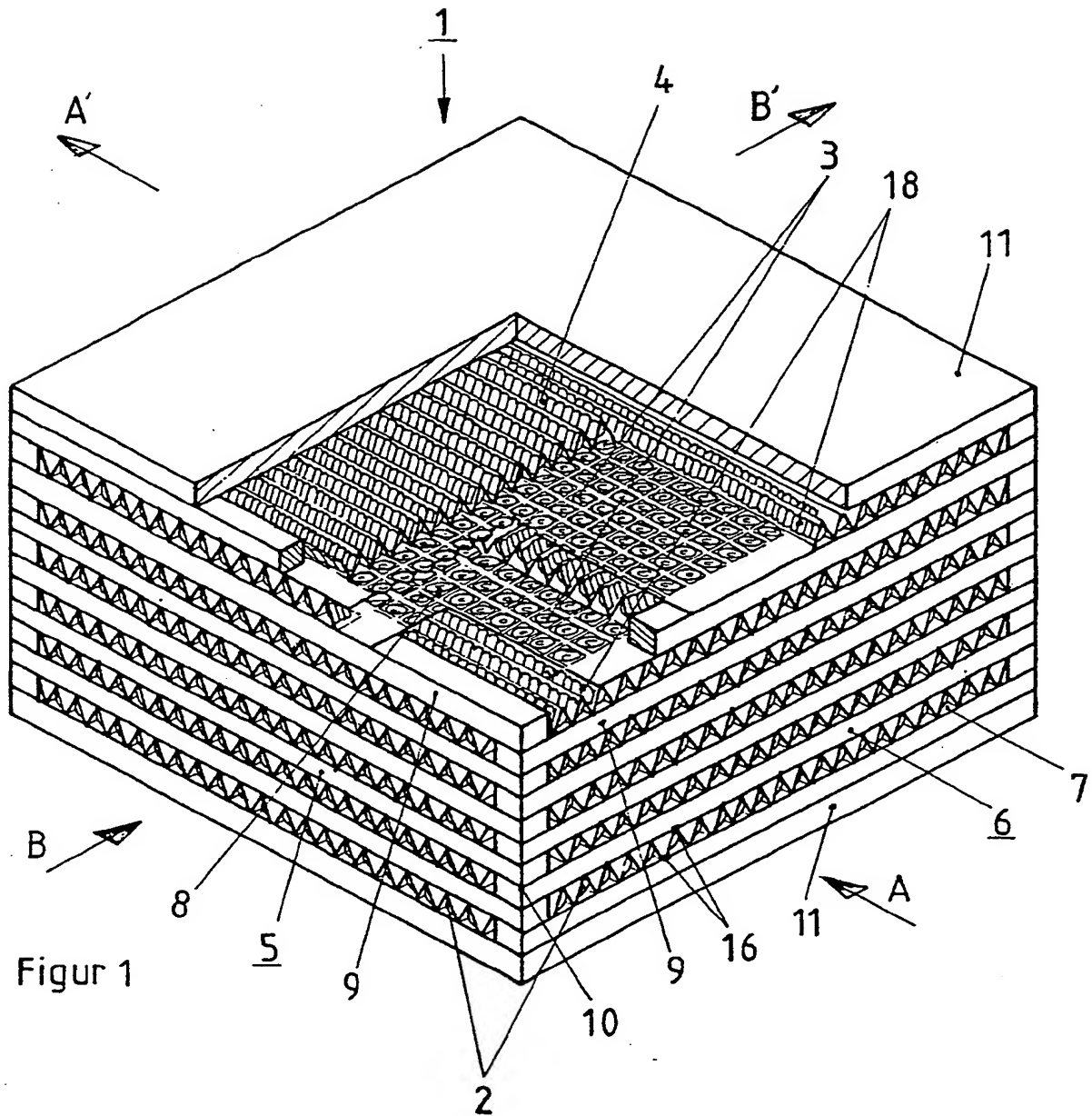
dadurch gekennzeichnet,

daß die Abschlußleisten (9) der Module (1) und die Rohrsegmente (21) sowie die doppelagigen Zwischenlagenelemente (3) rundherum dicht verschweißt werden. 40

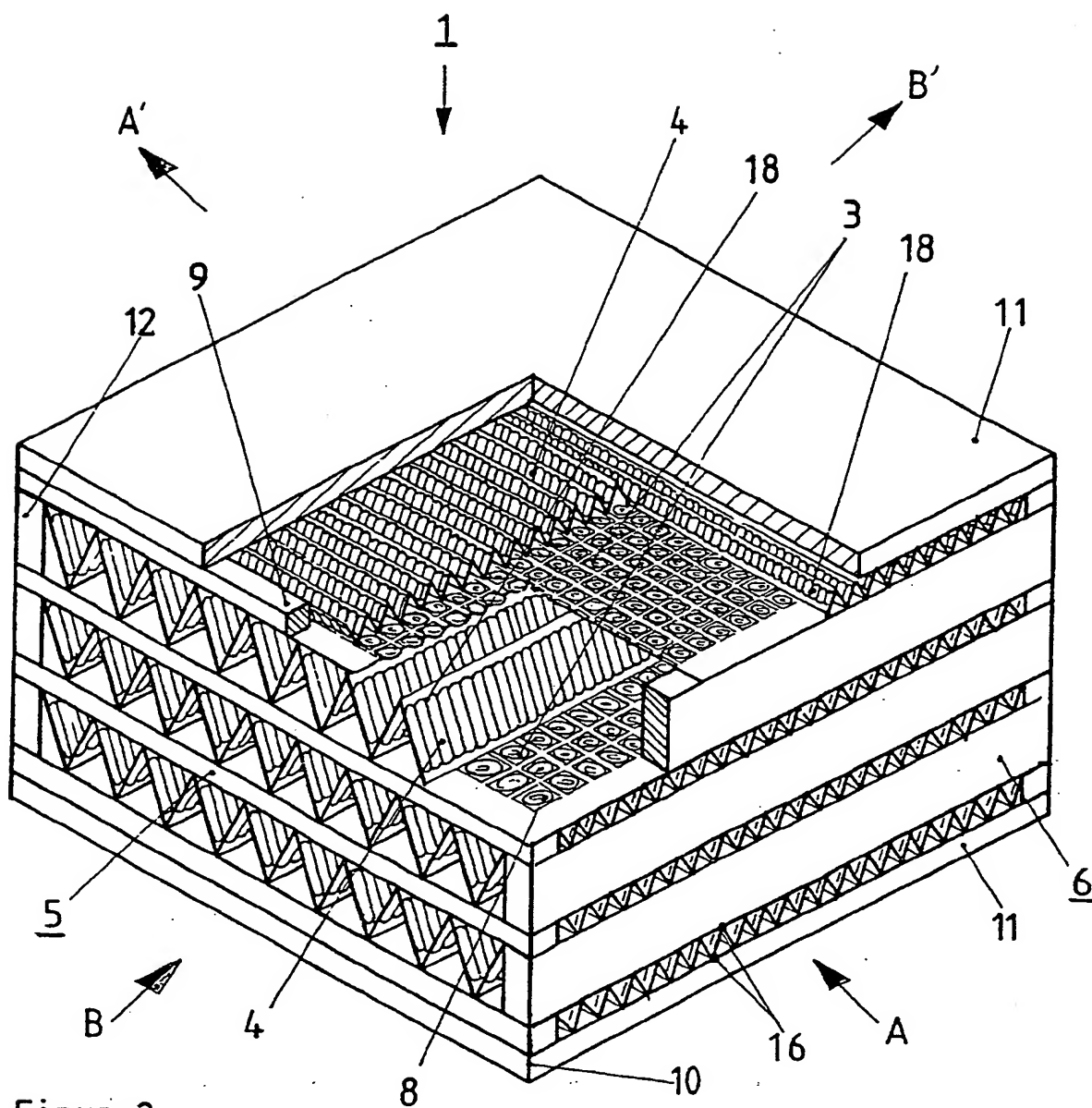
45

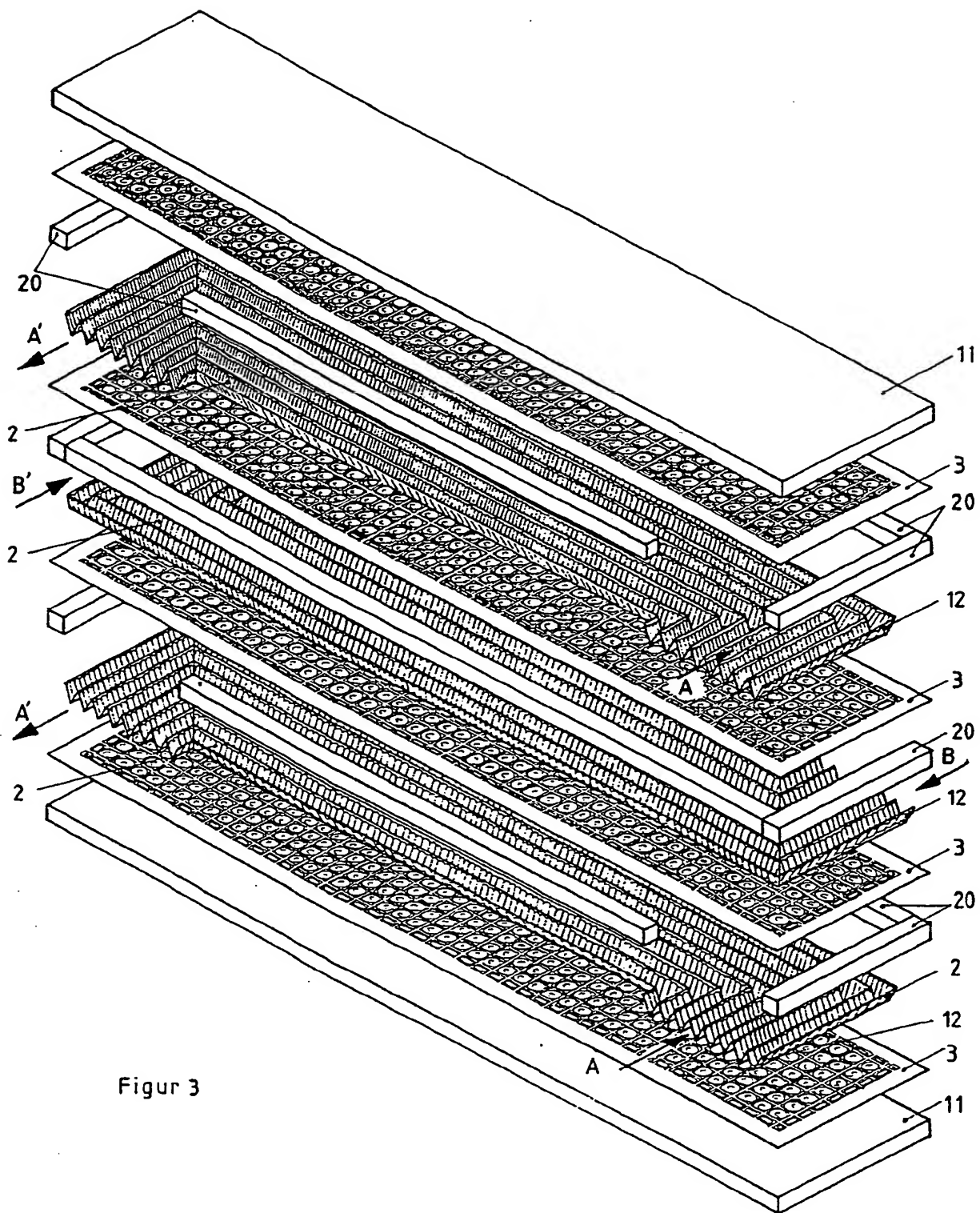
50

55

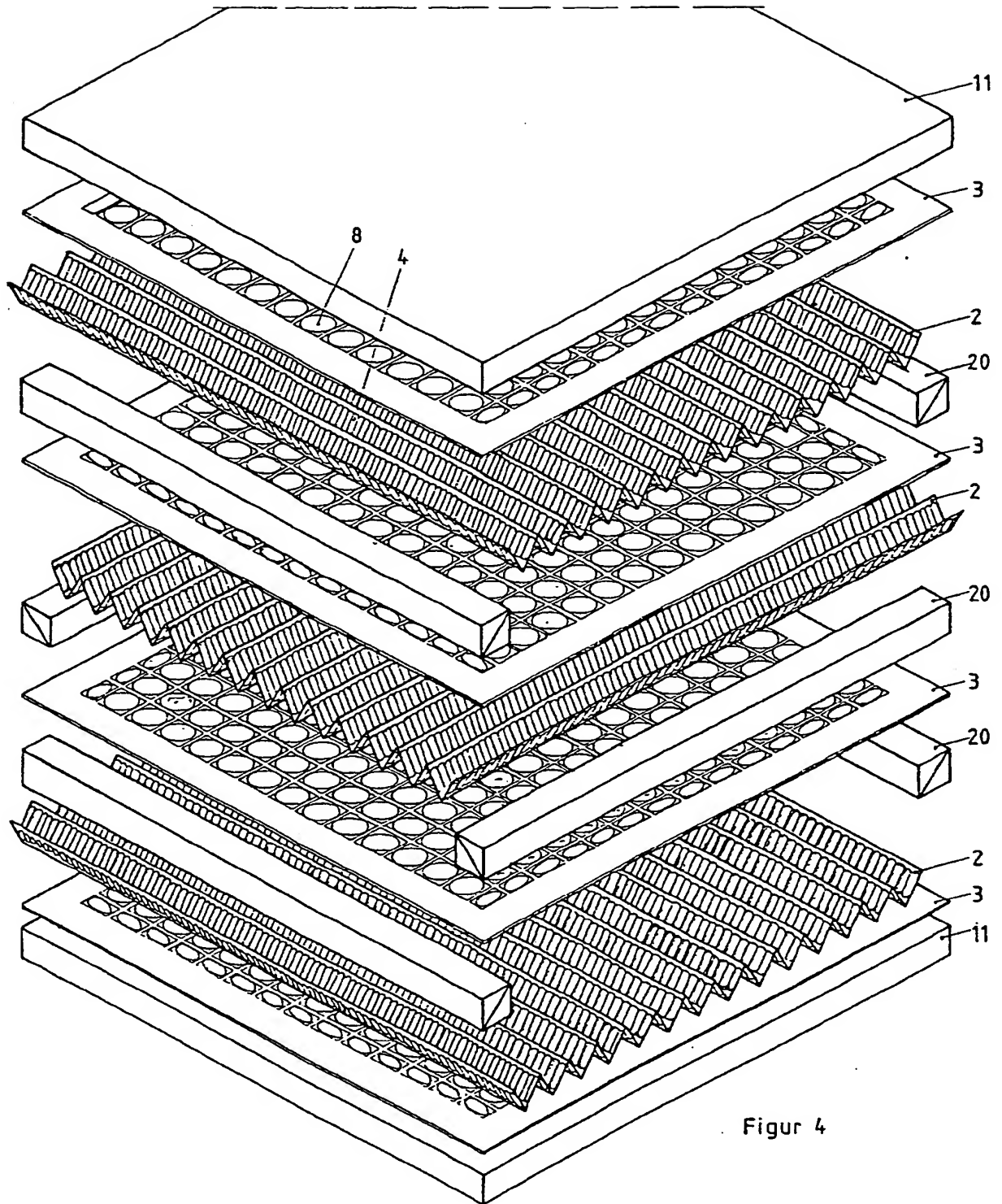


Figur 1

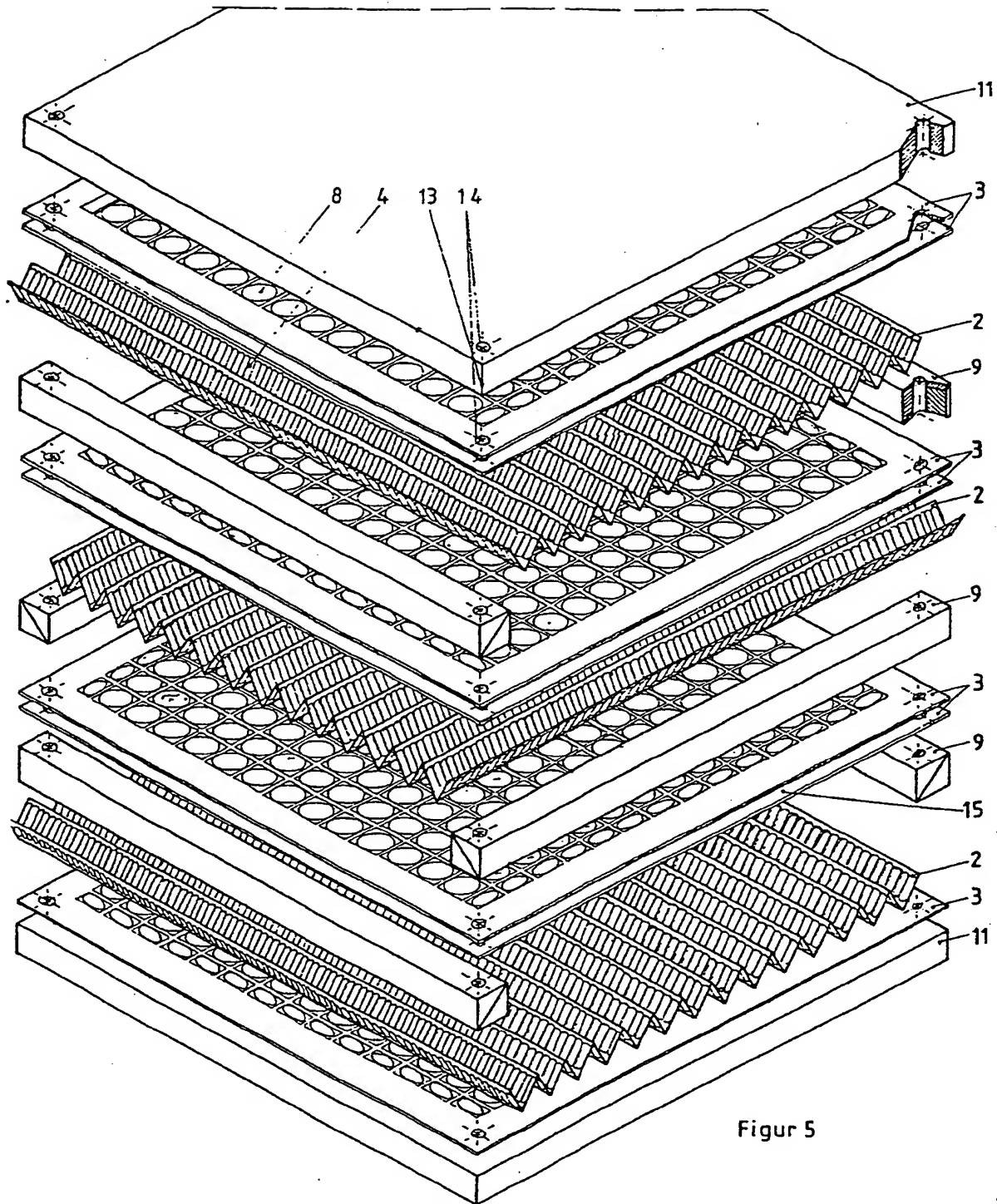




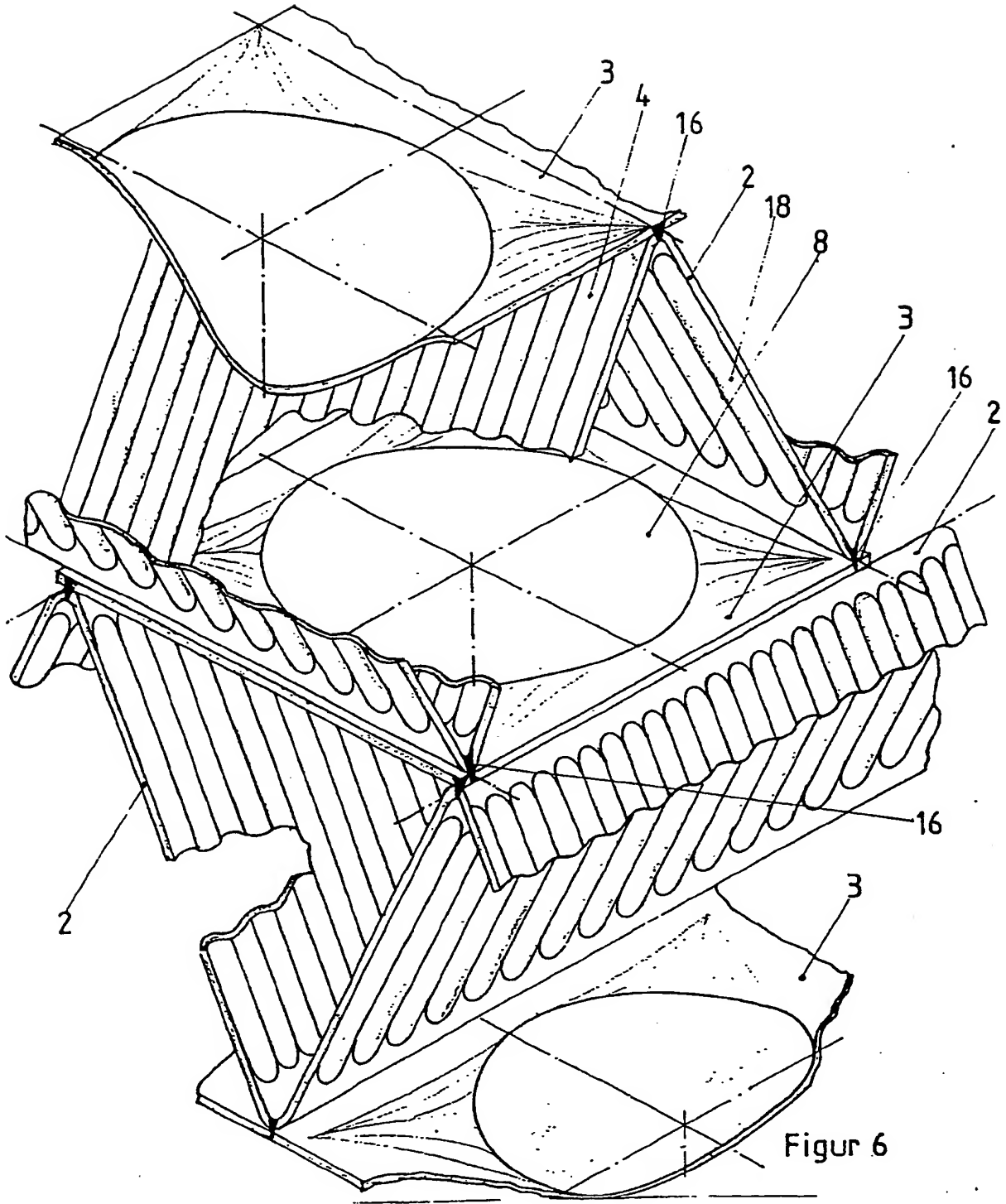
Figur 3

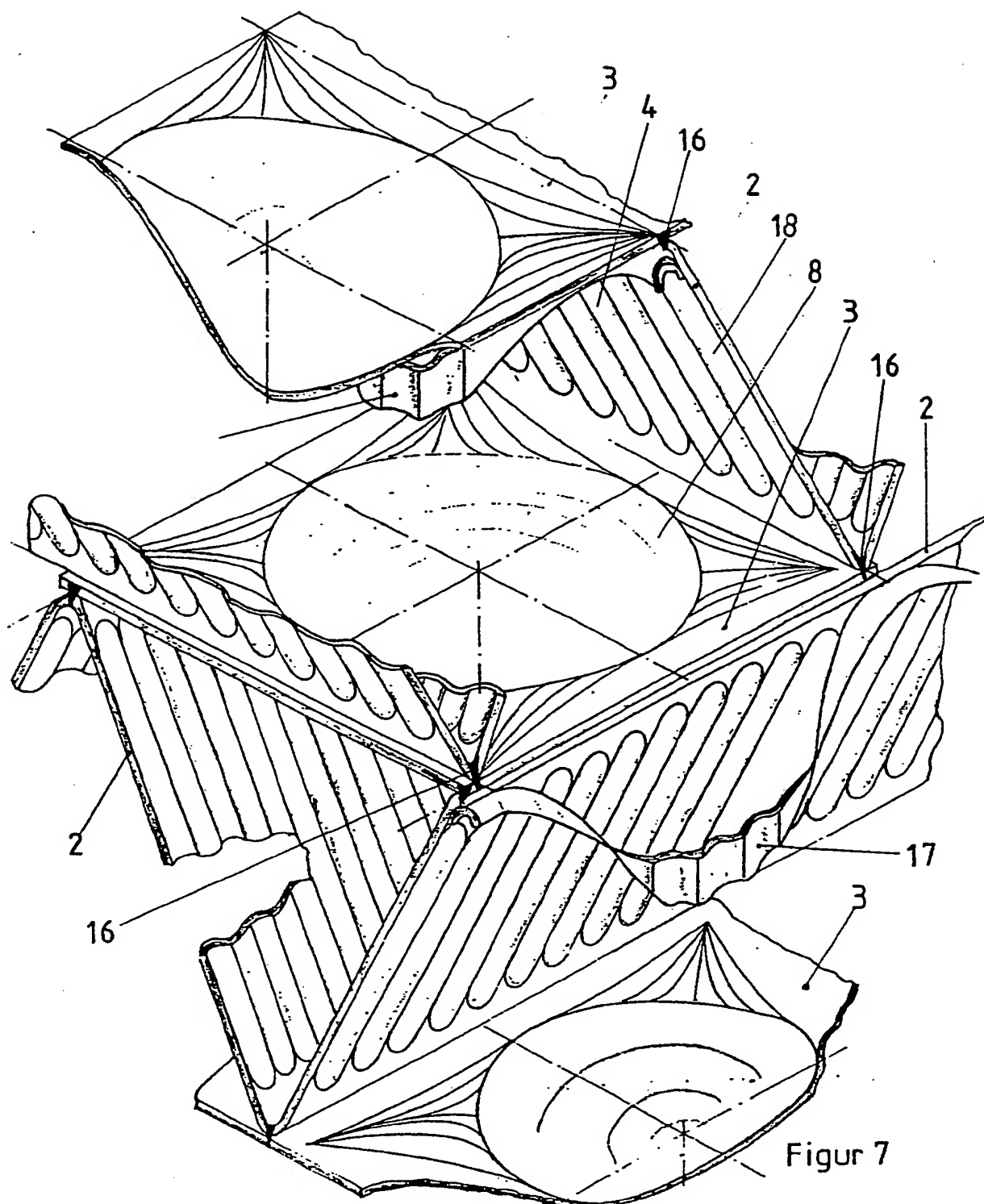


Figur 4



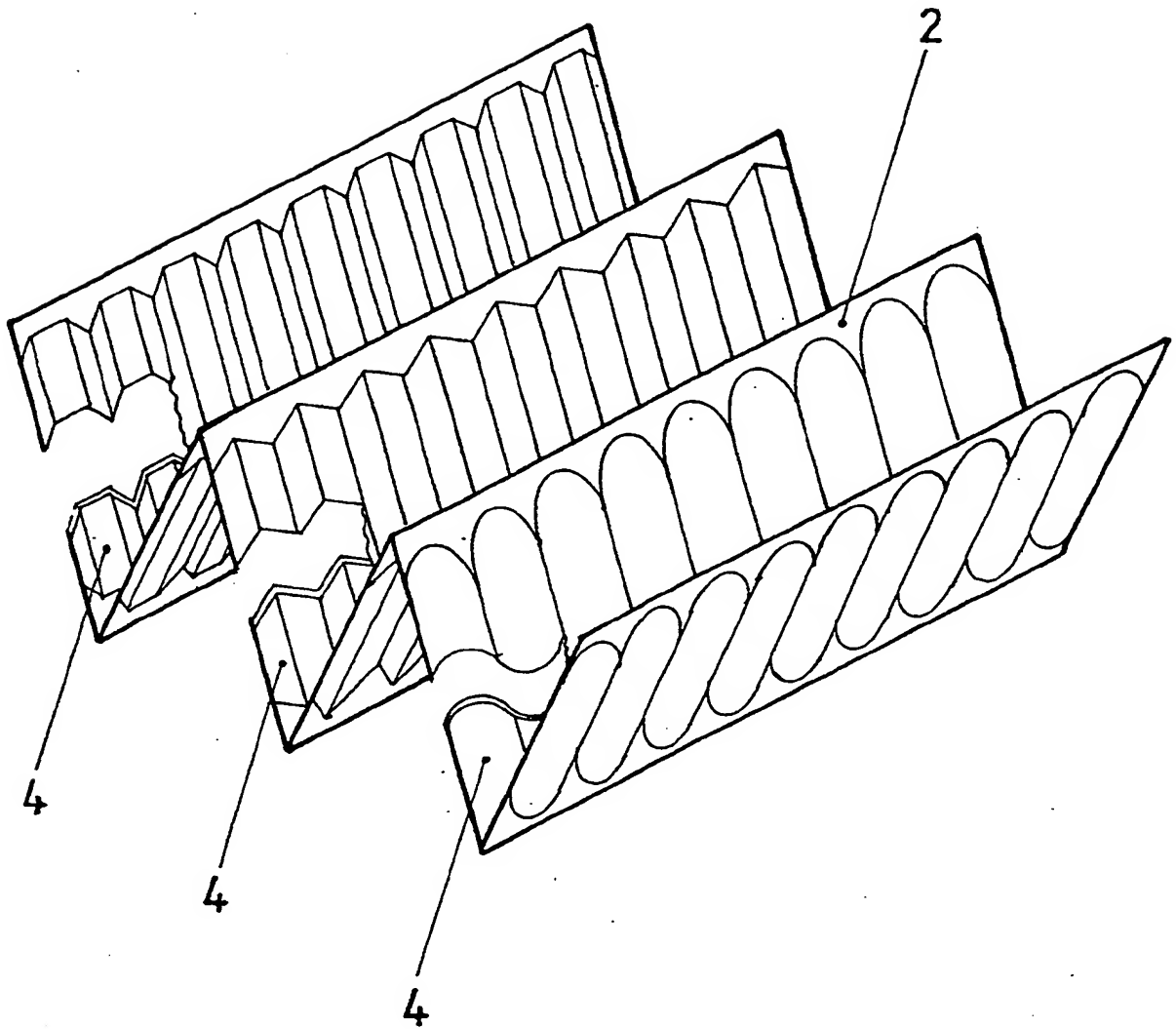
Figur 5





Figur 7





Figur 8

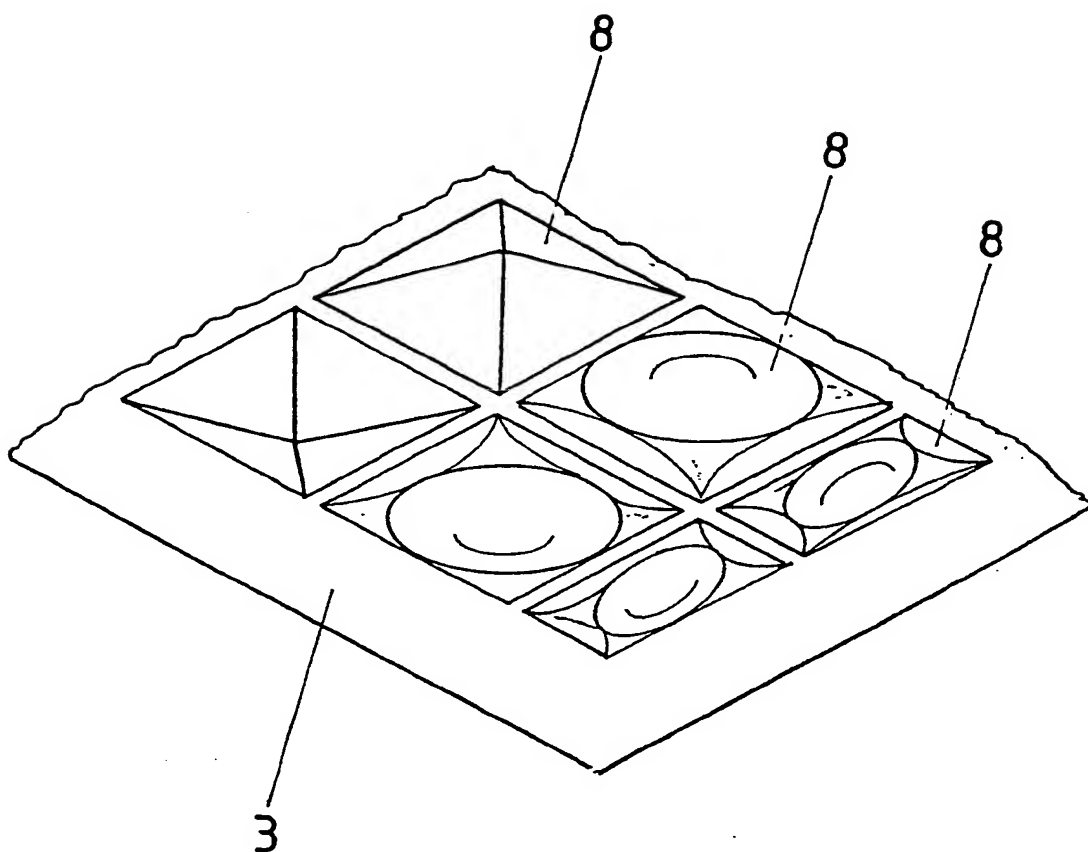
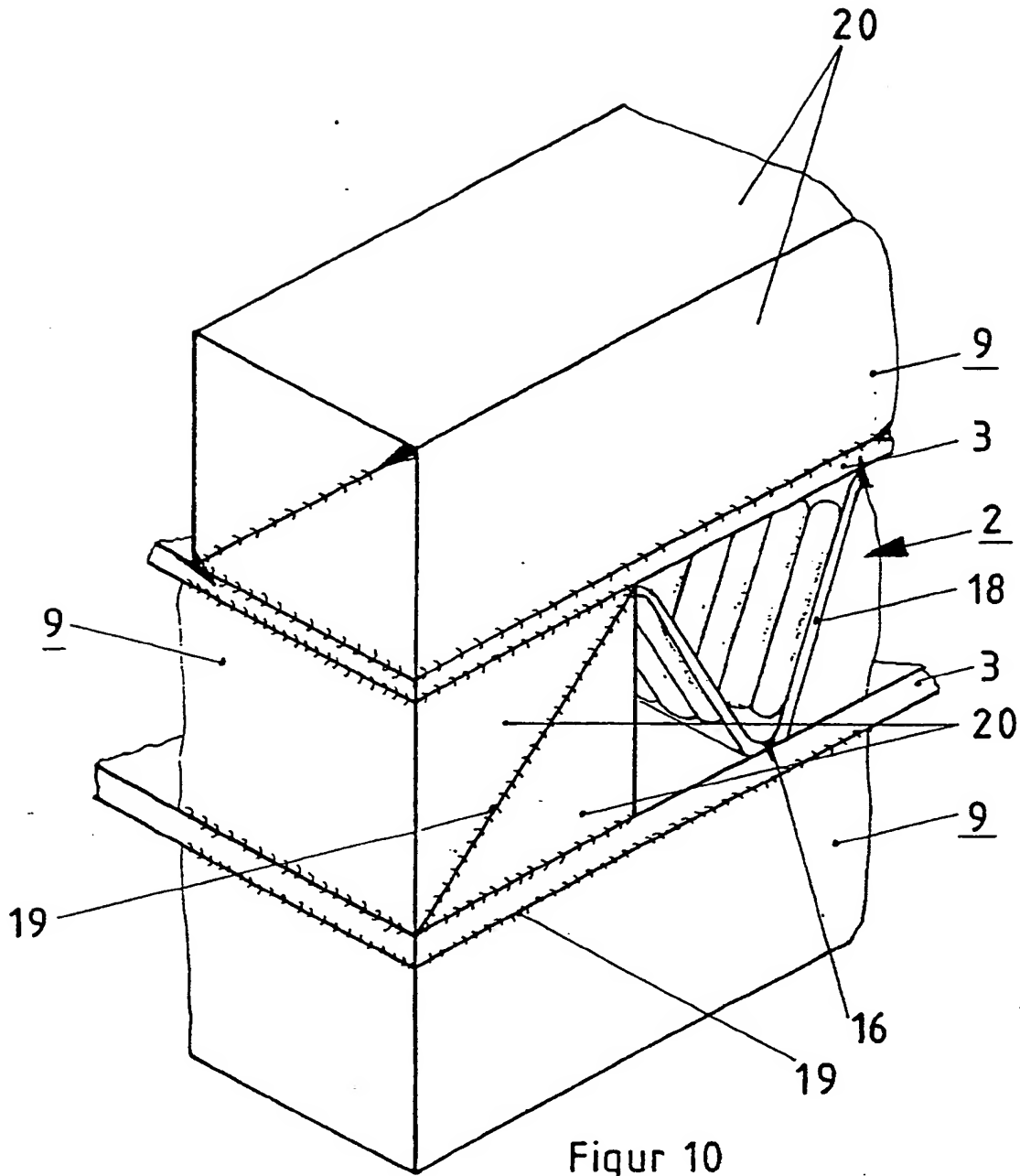
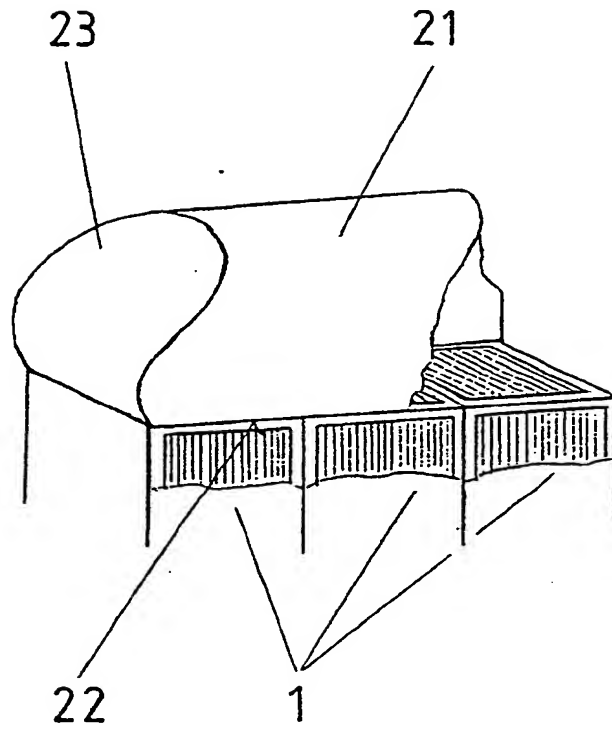


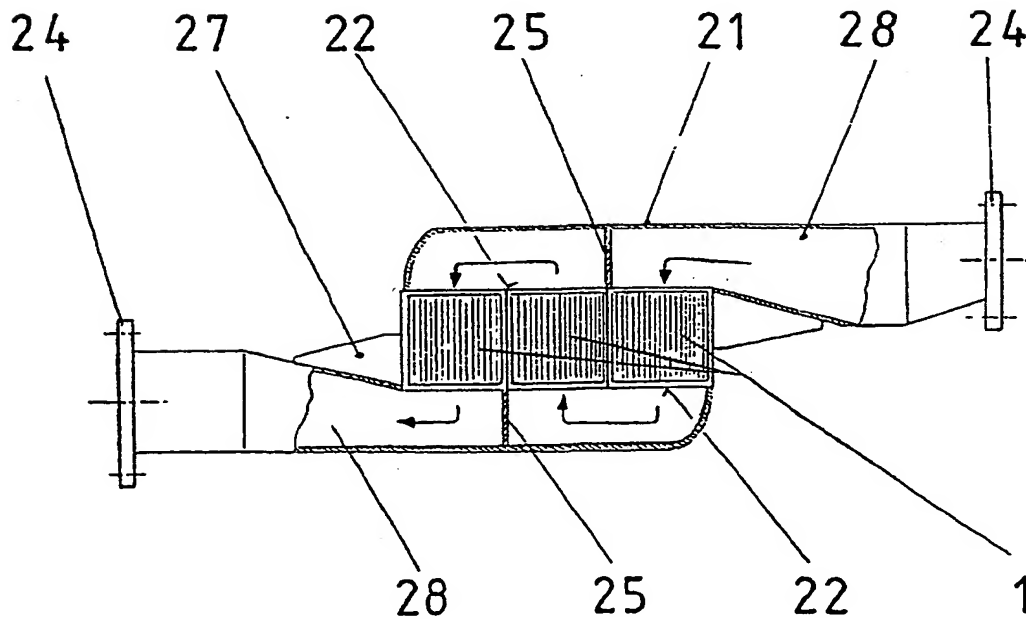
Figure 9



Figur 10



Figur 11



Figur 12

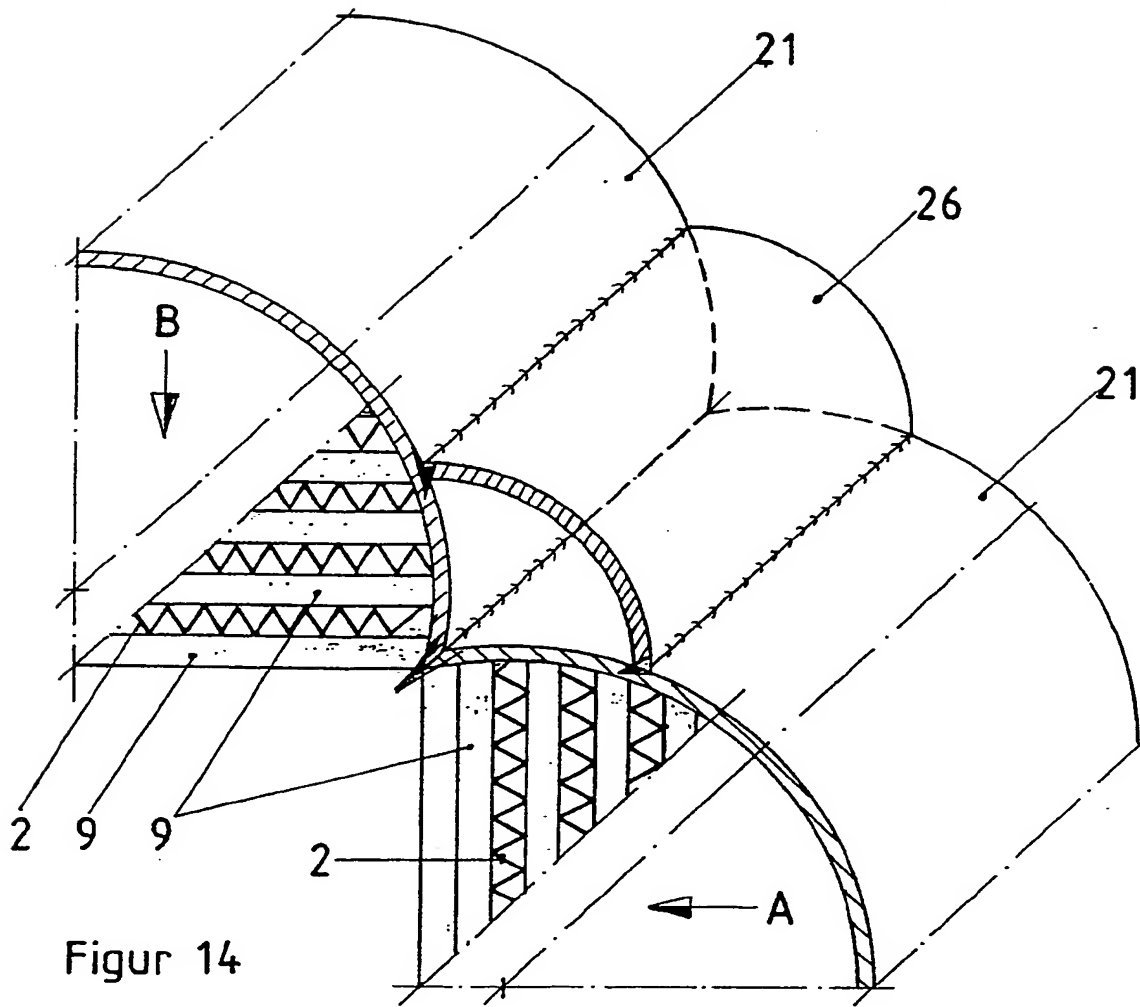
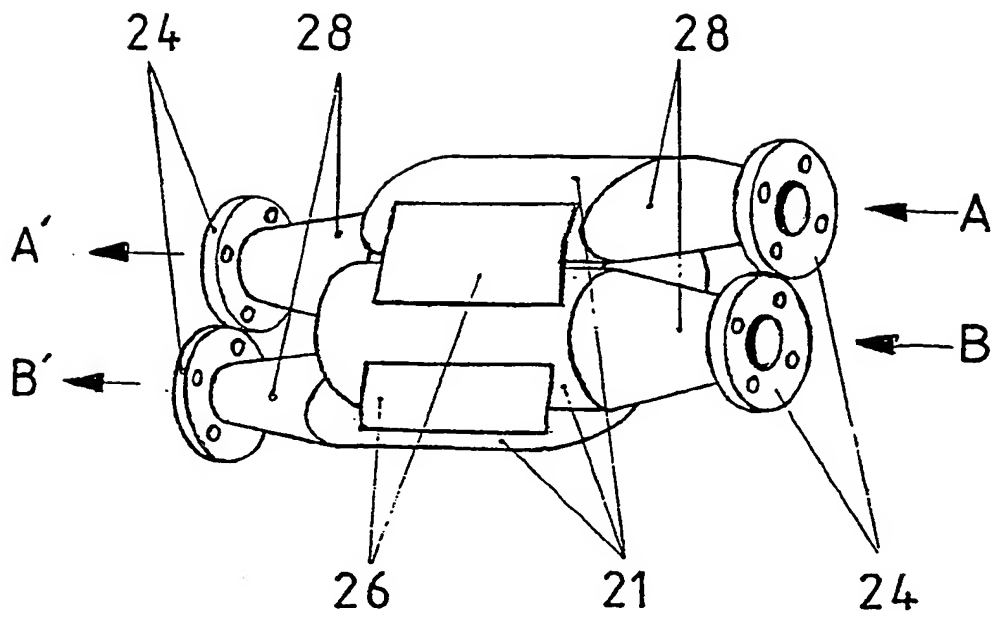
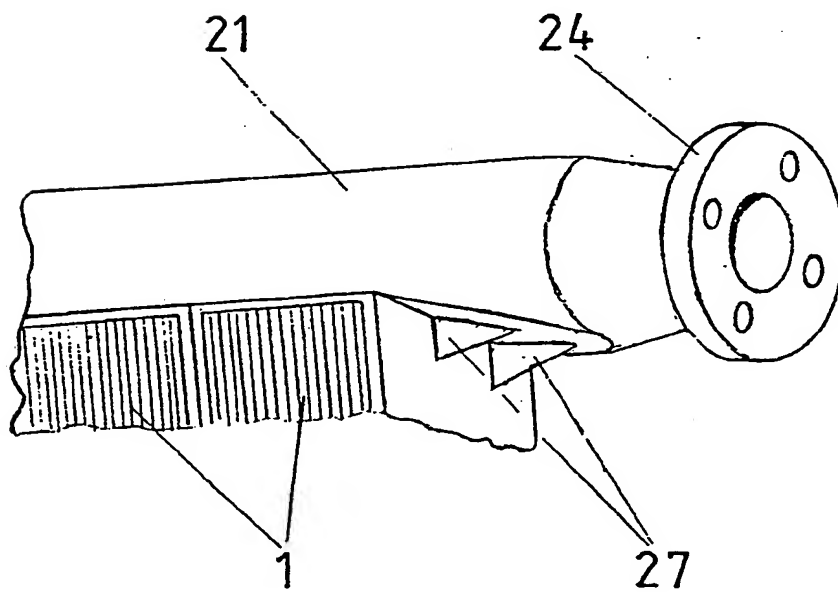


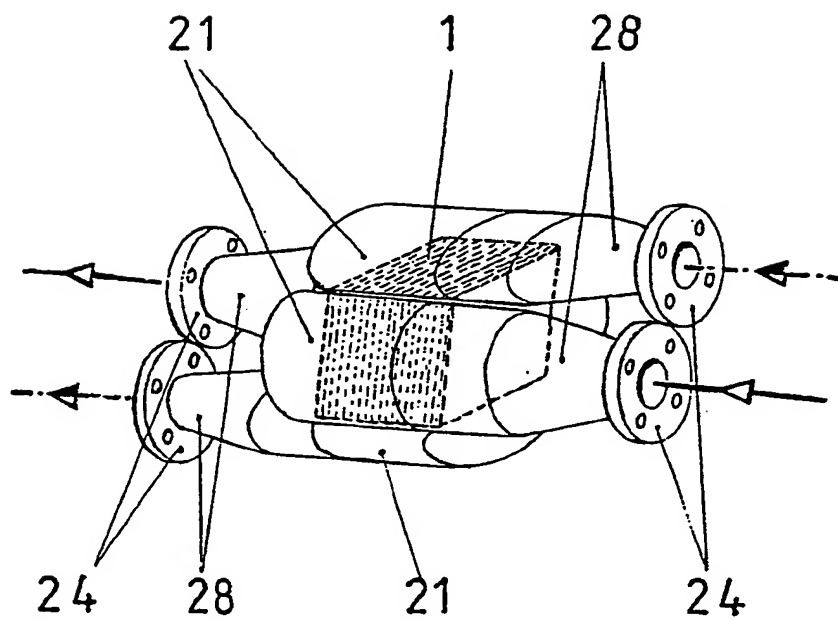
Figure 14



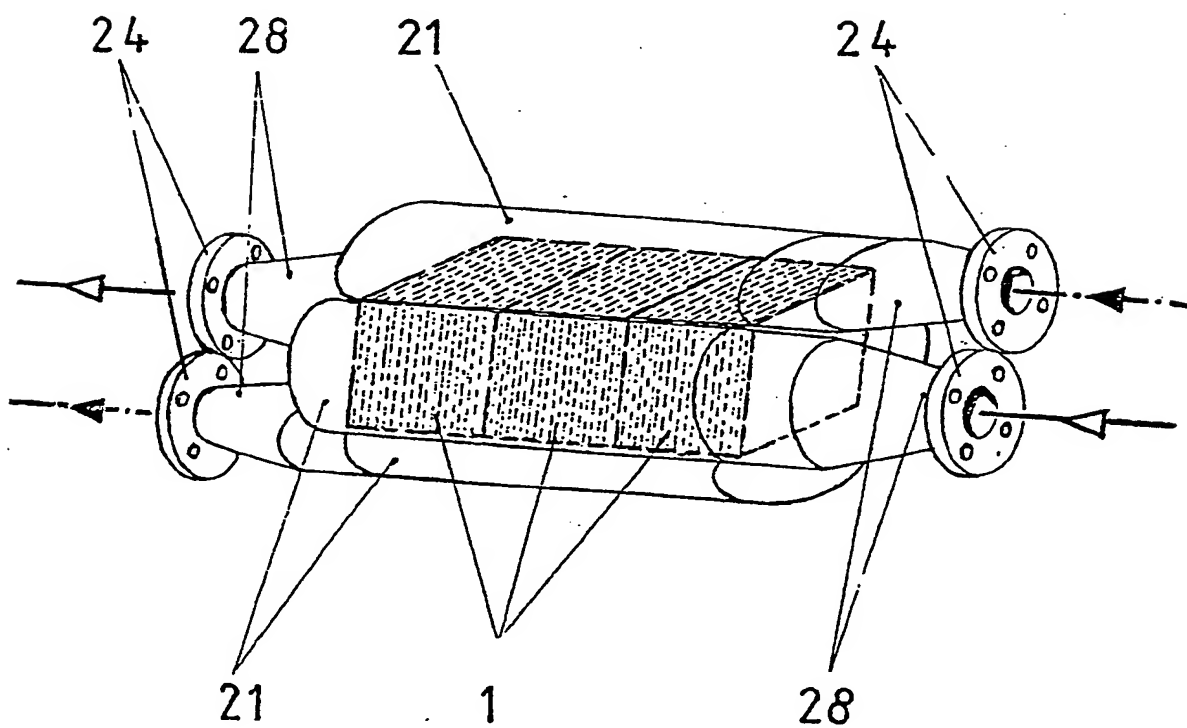
Figur 13



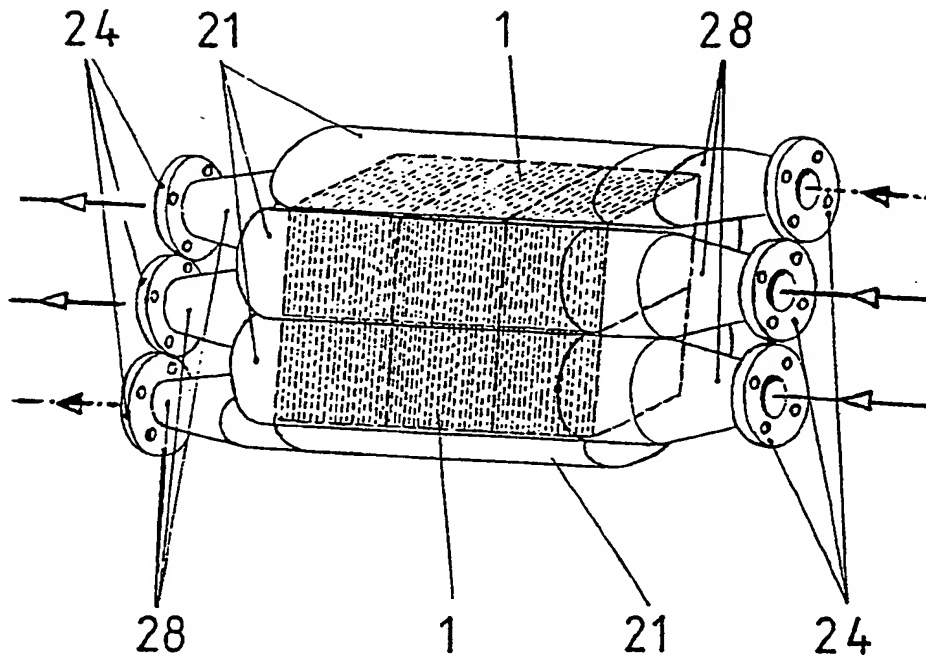
Figur 15



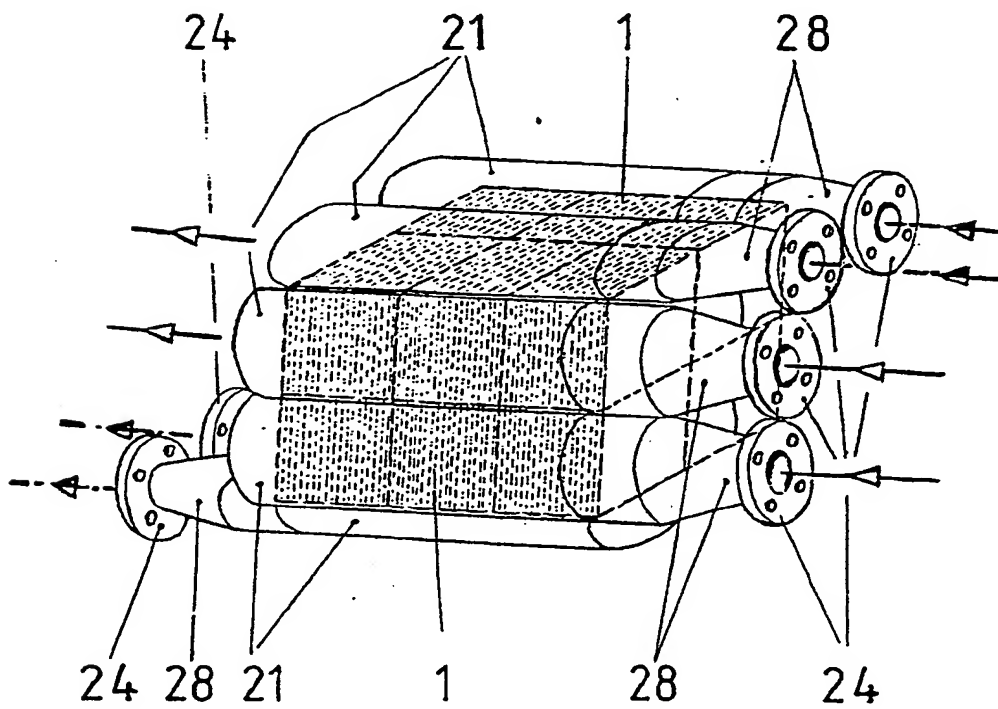
Figur 16a



Figur 16b



Figur 16 c



Figur 16 d





Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 448 991 A3**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91103179.7**

51 Int. Cl.5: **F28D 9/00, F28F 3/02**

22 Anmeldetag: **02.03.91**

30 Priorität: **24.03.90 DE 4009556**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.10.91 Patentblatt 91/40**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE FR GB IT LI**

88 Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: **06.05.92 Patentblatt 92/19**

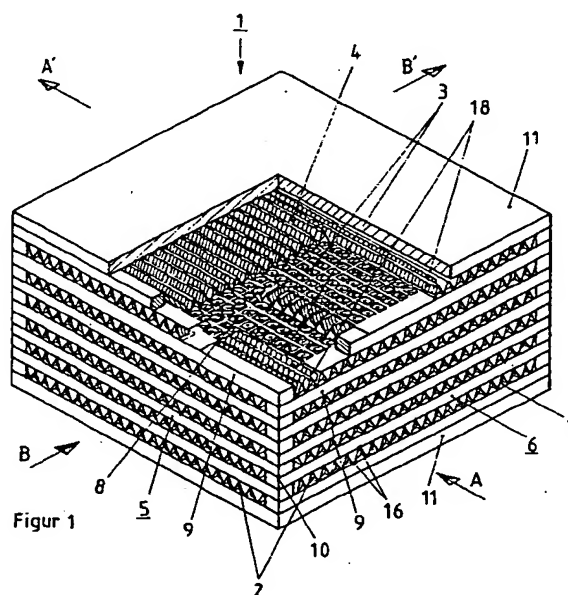
71 Anmelder: **Schmid, Christoph**  
**Im Burghof 12**  
**W-5202 Hennef(DE)**

72 Erfinder: **Dubben, Bernd**  
**Weitblick 8**  
**W-5202 Hennef(DE)**

74 Vertreter: **Neumann, Ernst Dieter, Dipl.-Ing. et al**  
**HARWARDT NEUMANN PATENTANWÄLTE**  
**Scheerengasse 2 Postfach 1455**  
**W-5200 Siegburg(DE)**

54 **Wärmeübertrager.**

57 Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager 1 bestehend aus mindestens einem Wärmeübertragermodul, der sich durch einen verbesserten Wirkungsgrad und einer hohen zulässigen Druckdifferenz zwischen den beiden strömenden Medien auszeichnet. Die Verbesserung des Wirkungsgrades wird durch zickzackförmig gefaltete Profilelemente 2 mit Seitenwänden 18 und Zwischenlagenelemente 3 erreicht, die jeweils Wölbungen 4, 8 aufweisen. Desweiteren zeichnet sich der Wärmeübertrager 1 dadurch aus, daß die Profil- 2 und Zwischenlagenelemente 3 an ihren jeweiligen Berührungslinien 16 miteinander verschweißt sind, so daß eine hohe Druckdifferenz ermöglicht wird.



Figur 1

EP 0 448 991 A3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 3179  
Seite 1

### EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-A-3 003 573 (SCHMIDT)  * Seite 4, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 33; Abbildungen 1-3 *	1,2,4,6, 16,22,23	F28D9/00 F28F3/02
Y	US-A-3 372 743 (PALL ET AL)  * Spalte 5, Zeile 57 - Spalte 6, Zeile 27 * * Spalte 7, Zeile 18 - Spalte 7, Zeile 42; Abbildungen 1-3,10-12 *	1,2,4,6, 16,22,23	
A	DE-A-3 017 082 (GEA AHLBORN GMBH & CO KG) * Seite 3, Zeile 26 - Seite 4, Zeile 4; Abbildung 1 *	1-4	
A	US-A-2 640 194 (HYTTE) * Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 3, Zeile 21; Abbildungen 1,2 *	1-4	
A	US-A-3 513 907 (HUGUES) * Abbildung 2 *	1,7	
A	US-A-3 633 661 (DUNCAN ET AL)  * Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 3, Zeile 64; Abbildungen 1-4 *	1,8-10, 15-17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)  F28D F28F
A	GB-A-1 395 013 (APV CO LTD) * Seite 1, Zeile 80 - Seite 1, Zeile 92; Abbildung 2 *	1,11	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 65 (M-797)(3413) 14. Februar 1989 & JP-A-63 267 889 ( NIPPON OIL CO LTD ) 4. November 1988 * Zusammenfassung *	1,12	
A	US-A-2 170 484 (PRAT) * das ganze Dokument *	1,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 10 MAERZ 1992	Prüfer BELTZUNG F.C.	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 (03.92) (P0401)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 3179  
Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-A-1 805 208 (M.A.N. AG)  * Seite 4, Zeile 4 - Seite 5, Zeile 13; Abbildung 1 *	1,15-18, 21	
A	FR-A-2 566 306 (BRUN ET AL)  * das ganze Dokument *	1,25-31	
A	FR-A-2 085 173 (NORD-AVIATION)  * das ganze Dokument *	1,25-31	
P, X	SU-A-1 575 063 (SIMONENKO) & SOVIET PATENTS ABSTRACTS Section PQ, Week 9109, 17. April 1991 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q78, AN 91064255  * Zusammenfassung *	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
Recherchesort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10 MAERZ 1992	Prüfer BELTZUNG F.C.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur  T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM L503 (03.92) (P0401)